บทที่ 8
สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการทำการทดลองเรื่องอุปกรณ์วัดแรง ทำให้เราได้ทราบถึงขั้นตอนและวิธีการในการออกแบบและสร้าง พร้อมทั้งการศึกษาทฤษฎีต่างที่เกี่ยวข้องในการทำการวิจัย และจากการทำการวิจัยในครั้งนี้เราสามารถสรุปขั้นตอนและผลการวิจัยได้ดังต่อไปนี้

1.การออกแบบอุปกรณ์วัดแรง ในการออกแบบอุปกรณ์วัดแรง เราจะอาศัยหลักการที่ว่าตัวอุปกรณ์วัดแรงจะต้องมีโครงสร้างที่สามารถตอบสนอง(ในรูปของความเครียด) ต่อแรงกระทำในทิศทางต่างๆอย่างเป็นอิสระในแต่ละทิศทางและมีลักษณะเป็นเส้นตรง โดยความเครียดที่เกิดขึ้นจะถูกตรวจวัดในรูปของความต่างศักย์ไฟฟ้าด้วยสเตรนเกจที่ต่ออยู่ในวงจรบริดจ์ และในการออกแบบวิเคราะห์การเกิดการความเครียด เราจะทำการวิเคราะห์โดยวิธีการไฟไนท์เอลิเมนท์โปรแกรมซึ่งจะทำให้เราทราบถึงขนาดและตำแหน่งของความเครียดที่เกิดกับโครงสร้างเมื่อมีแรงกระทำ ซึ่งจากข้อมูลที่ได้เราจะนำไปใช้ในการออกแบบอุปกรณ์ขยายสัญญาณความต่างศักย์ไฟฟ้าเพื่อให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ตรวจวัดในขั้นต่อไป สำหรับในการวิเคราะห์ไฟไนท์เอลิเมนท์ เราจำเป็นต้องทำการแบ่งโครงสร้างอุปกรณ์วัดแรงออกเป็นส่วนๆ เนื่องจากการวิเคราะห์โครงสร้างทั้งหมดจะเสียเวลามากและวัสดุที่ใช้ในการสร้างอุปกรณ์วัดแรงเราไม่สามารถตรวจสอบคุณสมบัติได้อย่างแท้จริง ซึ่งจะทำให้ผลจากการวิเคราะห์และผลในทางปฏิบัติเกิดความคลาดเคลื่อนได้

2. การปรับเทียบค่า การปรับเทียบค่าจะเป็นการหาค่าเมตริกซ์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัญญานความต่างศักย์ไฟฟ้ากับแรงและโมเมนต์ที่กระทำกับอุปกรณ์วัดแรง โดยในการทดลองจะทำการหาความชันของความสัมพันธ์โดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด แล้วนำค่าความชันที่ได้มาจัดรูปให้อยู่ในรูปของเมตริกซ์เพื่อสะดวกในการคำนวนและใช้งาน จากการปรับเทียบจะเห็นว่าอุปกรณ์วัดแรงที่สร้างขึ้นไม่สามารถทำการตรวจวัดค่าของแรงในทิศทางแกน X และแกน Y ที่กระทำที่จุดกำเนิดของเซนเซอร์เฟรมได้โดยตรง เนื่องมาจากความเครียดที่เกิดขึ้นมีค่าน้อยและสเตรนเกจที่ใช้มีค่าเกจแฟคเตอร์ต่ำ ทำให้ไม่สามารถตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ แต่เราสามารถทำการวัดค่าของแรงในแนวแกน X และ Y ได้ในรูปของโมเมนต์ ซึ่งจากการปรับเทียบจะเห็นว่าอุปกรณ์วัดแรงที่ได้มีค่าความไวต่อโมเมนต์สูงทำให้สามารถตรวจวัดค่าโมเมนต์ได้ละเอียด ส่วนการวัดค่าแรงในแนวแกน Z จากการปรับเทียบจะเห็นว่าความไวค่อนข้างต่ำทั้งนี้เนื่องมาจากความแข็งของโครงสร้างในแนวแกน Z ค่อนข้างสูงนั้นเอง ซึ่งจะทำให้มีผลต่อความละเอียดในการ

อ่านค่า และเนื่องจากโครงสร้างมีความแข็งสูงในแนวแกน Z ทำให้สามารถนำไปใช้วัดค่าแรงที่ขนาดสูงๆได้ แต่เนื่องจากชุดปรับเทียบค่าที่ใช้ในการทำการวิจัยไม่สามารถออกแรงกระทำได้สูง จึงทำให้มีขอบเขตจำกัดในการทำการปรับเทียบค่า

3. การทดสอบคุณสมบัติของอุปกรณ์วัดแรง ในการทดสอบคุณสมบัติของอุปกรณ์วัดแรงจะเป็นการทดสอบความถูกต้องน่าเชื่อถือและพิจารณาถึงความผิดพลาดที่เกิดขึ้น เพื่อสร้างความมั่นใจในการนำไปใช้งานต่อไป ซึ่งจากการทดสอบจะพบว่าอุปกรณ์วัดแรงมีค่าความแม่นยำในการวัดแรงและโมเมนต์ในทิศทางต่างๆน้อยกว่า 5.6 เปอร์เซนต์ (% FSO) ค่าลิเนียริตี้มีค่าต่ำกว่า 3.2 เปอร์เซนต์ ค่ารีพีทอะบิลิตี้ น้อยกว่า 3.7 เปอร์เซนต์ ส่วนค่าฮีสเตอเรซิสมีค่าน้อยมากจนไม่สามารถสังเกตุเห็นการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจน ซึ่งค่าที่ได้จากการทดสอบต่างๆ เหล่านี้นอกจากจะขึ้นอยู่กับตัวอุปกรณ์วัดแรงเองแล้วยังขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น คุณสมบัติและคุณภาพของอุปกรณ์ขยายสัญญานที่ใช้ การปรับสมดุลย์ตอนเริ่มการทดสอบ สัญญาณรบกวนต่างๆในระหว่างการทดสอบ และคุณภาพของอุปกรณ์ตรวจวัดที่ใช้ เป็นต้น ส่วนในการทดสอบผลของแรงในทิศทางใดทิศทางหนึ่งต่อการวัดในทิศทางอื่น จะเป็นการทดสอบเพื่อดูความผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ในการใช้งานจริง ความผิดพลาดนี้จะมีสาเหตุมาจากการคัปปลิ้งของโครงสร้าง ที่แรงในทิศทางหนึ่งไปมีผลต่อสัญญาณไฟฟ้าที่ใช้ในการวัดค่าแรงในทิศทางอื่น หรือความผิดพลาดเนื่องมาจากความเร็วในการอ่านค่าของอุปกรณ์ตรวจวัด ที่มีขีดจำกัด ก็จะทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้นมาได้

ข้อเสนอแนะ

จากการทำการวิจัยเรื่องอุปกรณ์วัดแรงจะทำให้เราทราบถึงขั้นตอนและวิธีการในการออกแบบสร้างและการทดสอบคุณสมบัติต่างๆของอุปกรณ์วัดแรง ซึ่งจากการวิจัยจะพบว่าการนำอุปกรณ์วัดแรงที่ได้ไปใช้งานหรือในการทำการวิจัยและพัฒนาในขั้นต่อไป นั้น มีข้อที่ควรพิจารณาดังต่อไปนี้

1. อุปกรณ์วัดแรงที่ได้มีความสามารถในการรับแรงกระทำในแนวแกน Z ได้สูง ส่วนการรับแรงในแนวแกน X และแกน Y ไม่สามารถวัดได้โดยตรงต้องทำการวัดในรูปของโมเมนต์ในแนวแกน Y และ X ตามลำดับ ทำให้ความสามารถในการวัดแรงนี้จะขึ้นอยู่กับขนาดและระยะห่างระหว่างจุดที่แรงกระทำกับตัวอุปกรณ์วัดแรง ดังนั้นในการนำไปใช้ในการวัดแรงในแนวแกน X และแกน Y เราจำเป็นต้องรู้ระยะตำแหน่งของแรงและลักษณะของงานต้องไม่มีโมเมนต์ในแนวแกน X และแกน Y เข้ามาเกี่ยวข้องเพราะจะทำให้การวัดค่าผิดพลาดไป

2. การวัดค่าแรงจะเห็นว่าการวัดแรงในทิศทางใดทิศทางหนึ่งโดยเฉพาะจะให้ผลการวัดที่ดีมีความผิดพลาดน้อย แต่การวัดแรงที่กระทำในหลายทิศทางจะมีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้าง โดย

เฉพาะการวัดแรงในแนวแกน X หรือแกน Y ร่วมกับแรงในทิศทางแกน Z จะให้ผลการวัดแรงในแนวแกน Z ที่มีความเคลื่อนบ้างเล็กน้อย ทั้งนี้มีสาเหตุมาจากการวัดแรงที่มีทิศทางในแนวแกน X หรือแกน Y จะวัดในรูปของโมเมนต์ซึ่งจะใช้สเตรนเกจชุดที่ใช้วัดแรงในแนวแกน Z เช่นเดียวกัน ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการปรับเทียบค่าก็จะมีผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการวัดได้ ซึ่งลักษณะงานที่เหมาะสมก็ควรเป็นงานที่ไม่ต้องการความละเอียดในการวัดแรงในแนวแกน Z มากนัก และนอกจากนี้จะเห็นว่าโมเมนต์ในแนวแกน Z จะมีผลต่อการวัดแรงในแกน Z ทำให้การวัดค่าแรงจะผิดพลาดได้ถ้าลักษณะงานมีโมเมนต์ในแนวแกน Z มาเกี่ยวข้อง เพราะฉะนั้นการนำอุปกรณ์วัดแรงที่ได้ไปใช้งานควรจะต้องพิจารณาถึงลักษณะของงานและ ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นได้ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ในการพัฒนาต่อไปควรใช้ตัวตรวจวัดความเครียดที่มีความไวหรือเกจแฟคเตอร์มากกว่าเดิม เช่น เซมิคอนดักเตอร์สเตรนเกจ (semiconductor strain gauge) ซึ่งจะทำให้สามารถตรวจวัดการเกิดความเครียดที่มีขนาดเล็กเนื่องจากแรงกระทำในแนวแกน X และแกน Y ได้โดยตรง และทำให้ใช้อัตราการขยายสัญญาณของวงจรสเตรนเกจลดลง เป็นผลให้ค่าสัญญานรบกวนต่างๆ ลดลงไปด้วย

4. ปรับปรุงชุดปรับเทียบค่าให้มีความสามารถในการออกแรงกระทำในแนวแกน Z ได้สูงขึ้น เพื่อให้สามารถนำไปใช้ในการวัดแรงได้มากขึ้น และในกรณีที่ต้องพิจารณาถึงความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่งในการใช้งาน สิ่งที่ต้องทำการทดสอบในขั้นตอนต่อไปคือ ค่าความแข็ง (stiffness) และระยะยุบตัว (deflection) ของอุปกรณ์วัดแรง

5. ใช้อุปกรณ์ตรวจวัดและแปลงข้อมูลที่มีความเร็วในการวัดและส่งข้อมูลที่มีความเร็วสูงขึ้นและมีคุณภาพดีขึ้น เพราะลักษณะของสัญญาณที่ต้องทำการวัดถึง 8 ค่าและในการวัดแต่ละค่าต้องทำการเฉลี่ย จะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนขึ้นได้ในกรณีที่ต้องทำการวัดแรงที่มีการเปลี่ยนแปลง และนอกจากนี้การใช้อุปกรณ์แปลงสัญญาน A/D ที่มีความละเอียดเพิ่มขึ้น ก็จะเป็นการปรับปรุงค่าความละเอียด (resolution) ในการวัดค่าแรงต่างๆด้วยเช่นกัน

6. สำหรับผู้ที่สนใจและต้องการพัฒนาอุปกรณ์ตรวจรู้แรงชนิดนี้ ควรปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงโมเดลในการวิเคราะห์ทางไฟไนท์เอลิเมนต์ เพื่อให้ผลจากการวิเคราะห์มีค่าที่ใกล้เคียงกับผลจากการทดลองวิจัย ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้น